

СУБМИКРОСКОПИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ  
НЕКОТОРЫХ ОРГАНОВ ПЛЯТЯНОЙ ВШИ

Л. Я. Школьник

Киевский научно-исследовательский институт эпидемиологии,  
микробиологии и паразитологии

В ультратонких срезах стенки средней кишки платяной вши наблюдались эпителиальные клетки, интерпретируемые как резорбтивные. Описана их ультраструктура. Для клеток трахеоларного аппарата характерны внутрицитоплазматические полости со складчатыми стенками. Цитоплазма эпителия мальпигиева сосуда содержит округлые тела с гетерогенным содержимым, предположительно — элементами экскрета.

Платяная вошь, *Pediculus humanus*, являясь переносчиком эпидемического сыпного и возвратного тифов, играет весьма значительную роль в инфекционной патологии человека. Однако строение этих насекомых, даже на гистологическом уровне, изучено чрезвычайно слабо, а ультраструктура, судя по известной литературе, не исследована. По этой причине, изучая на субмикроскопическом уровне взаимоотношения возбудителя сыпного тифа — риккетсий Провачека с клетками организма переносчика, мы прежде всего предприняли исследование ультраструктуры незараженной вши. При этом основное внимание было уделено кишечнику — средней кишке, в клетках которой, как известно, происходит размножение инфекционного агента. Попутно исследовались и клетки некоторых близлежащих органов: мальпигиева сосуда, трахеоларного аппарата.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОД

Материалом исследования служили платяные вши 10—12-дневного возраста, взятые до кормления. Для препаровки живое насекомое помещали в каплю охлажденного осмиевого фиксатора, забуференного по Шестранду. Извлеченный кишечник и мальпигиевы сосуды подвергали фиксации, обезвоживанию и заключению по методу Шестранда. Время проводки сокращалось в соответствии с размерами объекта. Перед заточкой пирамид препараты ориентировали для получения поперечных срезов кишечника.

Срезы готовили на ультратоме *LKb-4800*, контрастировали гидроксидом свинца (Millonig, 1961) и исследовали при помощи электронного микроскопа *JEM-5U* на базе лаборатории электронной микроскопии института полиомиелита и вирусных энцефалитов АМН СССР, за что выражаем свою признательность руководителю лаборатории Н. М. Шестопаловой.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Стенка средней кишки вши (рис. 1, 2) состоит из одного слоя эпителиальных клеток, базальной мембраны, отделяющей эпителий от полости тела, и отдельных мышечных клеток, заключенных в толщу базальной мембраны. Апоикальная поверхность эпителиальных клеток покрыта щеточной каемкой, состоящей из пальцевидных цитоплазматических вы-

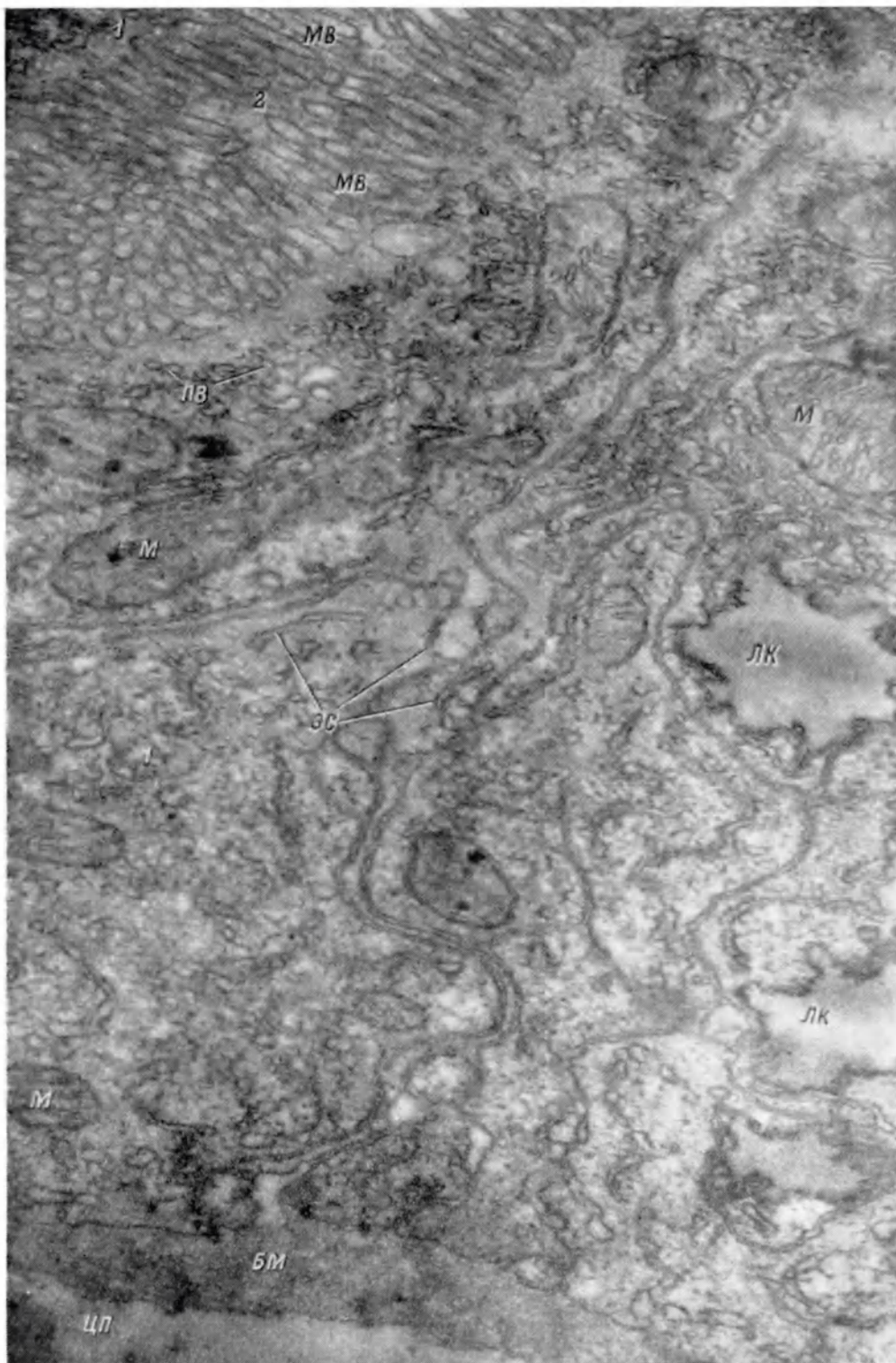


Рис. 1. Срез стенки кишечника вши.

1 — эпителий; 2 — место соприкосновения двух участков щеточной каемки. ПВ — пиноцитозные везикулы; MB — микроворсинки щеточной каемки; М — митохондрии; ЛК — липидные капли; ЭС — эндоплазматическая сеть; БМ — базальная мембрана; ЦП — целомическая полость.  
Ув. 52 000 ×.

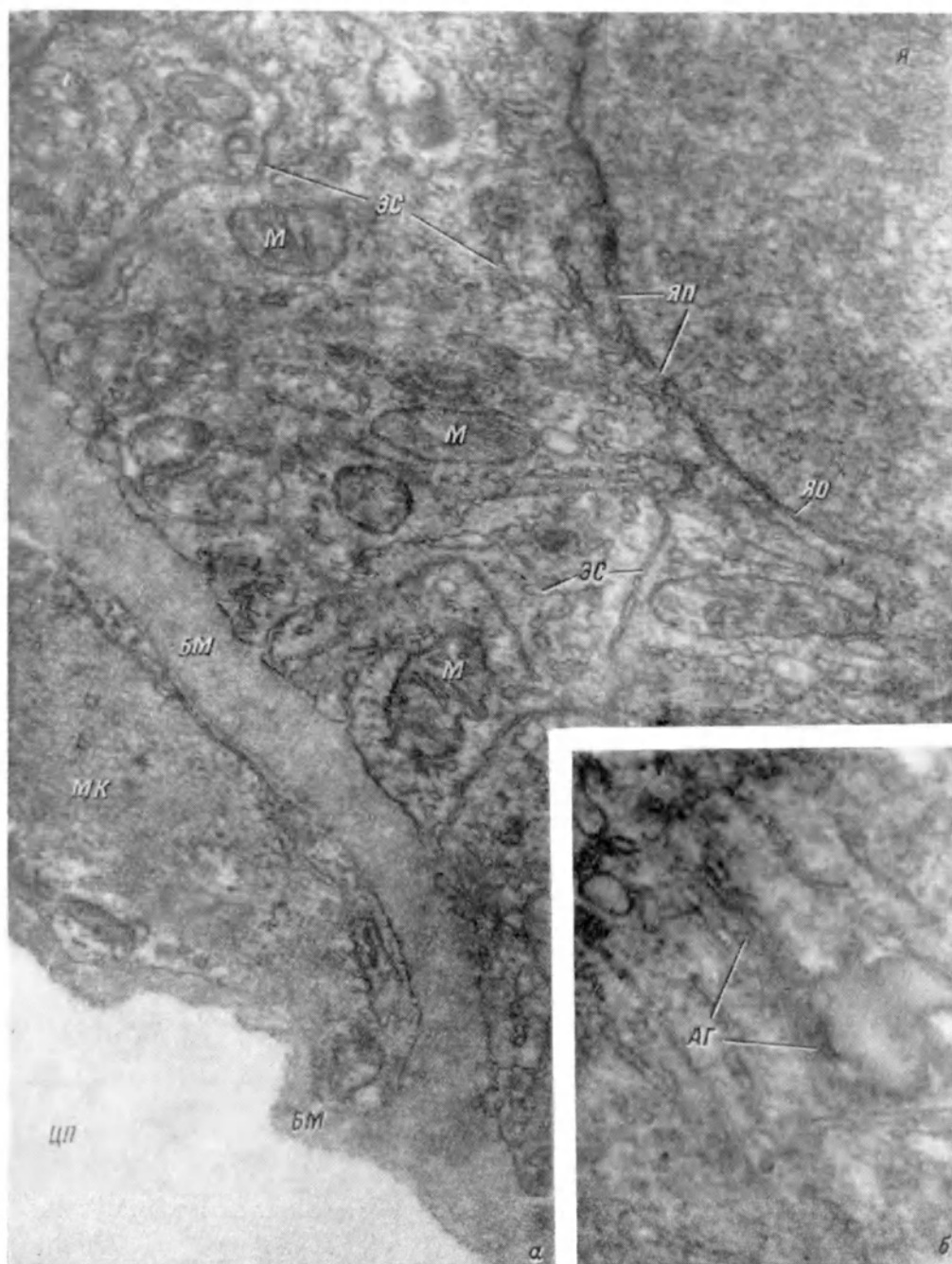


Рис. 2. Срез стенки кишечника впи.

а — базальная часть эпителиальной клетки; б — фрагмент эпителиальной клетки с аппаратом Гольджи. Я — ядро; ЯП — ядерные поры; ЯО — ядерная оболочка; МК — мышечная клетка; АГ — аппарат Гольджи. Остальные обозначения те же, что и на рис. 1. Ув. 52 000 X.

ростов — микроворсинок (рис. 1). Микроворсинки ориентированы к поверхности клетки вертикально и плотно прилегают одна к другой. На поперечных срезах микроворсинок выявляется их гексагональное расположение и округлая форма сечения. Высота микроворсинок около 1 мк. Диаметр их приблизительно 0.05 мк. Они покрыты мембраной типа цитоплазматической и заполнены веществом низкой электроннооптической плотности.

Подобная щеточная каемка весьма характерна для кишечных эпителиальных клеток и описана многими авторами у различных организмов (Dalton, 1951; Palay, Karlin, 1959; Шестопалова, Авакян, Рейнгольд, 1961). Ее роль усматривается в увеличении всасывающей поверхности кишечника. Показано, что в щеточной каемке, а именно в мембранах микроворсинок, локализуются ферменты, в частности щелочная фосфатаза (Eichholz a. Crane, 1965).

Зона цитоплазмы, прилегающая к основанию микроворсинок, богата пузырьковидными профилями, по-видимому, пиноцитозной природы. Цитоплазма эпителиальных клеток кишечника вши характеризуется обилием структур и компактностью их расположения. В большинстве клеток наблюдается интенсивно развитый агранулярный компонент эндоплазматического ретикулума, представленный системой многочисленных канальцев шириной в 200—300 А и весьма большой протяженности. Ход канальцев нередко удается проследить от базальной или апикальной зоны клетки до околоядерной области. Мембраны, образующие эти канальцы, у основания клетки переходят в клеточную оболочку, а канальцы открываются в направлении базальной мембраны за пределы клетки. Наблюдается также значительное количество округлых элементов агранулярного ретикулума. Гранулярный компонент ретикулума чаще выражен значительно слабее и имеет вид относительно небольшого числа коротких плоских цистерн.

Митохондрии в клетках кишечного эпителия весьма многочисленны. Они расположены относительно равномерно по всей цитоплазме между элементами эндоплазматической сети. Форма их преимущественно продолговатая. Продольные размеры достигают 0.8 мк, поперечные колеблются в пределах 0.1—0.3 мк. Структура митохондрий — типичная для этого органоида, выявляется отчетливо. Хорошо различимы наружная и внутренняя мембраны; кристы ориентированы в большинстве случаев поперечно к длиннику митохондрии. Содержимое крист и вещество матрикса обладают низкой электроннооптической плотностью.

Комплекс Гольджи (рис. 2, б), располагающийся чаще в околоядерной области, представлен системой параллельных гладкоконтурных сплюснутых мешочков с шириной просвета около 300 А.

В различных участках цитоплазмы эпителиальных клеток наблюдаются аморфные, средней плотности, неправильной формы образования со звездчатыми краями. Подобные образования описаны многими авторами в различных клетках и рассматриваются как липидные капли, так как были идентифицированы при параллельном исследовании в световом микроскопе после окраски суданом и в электронном микроскопе (Palay a. Karlin, 1959; Phelps a. Rubin, 1962). По данным Кузнецова (1948), у насекомых-гематофагов жиры образуются внутри клеток после абсорбции и переваривания гемоглобина.

Ядра эпителиальных клеток кишечника вши располагаются, как правило, в базальном отделе. Форма их преимущественно овальная, нередко также лопастевидные ядра с глубокими впячиваниями цитоплазмы. В ядерных оболочках наблюдается большое количество широких пор, что свидетельствует об обширных ядерно-цитоплазматических связях в этих клетках. Содержимое ядер мелко диспергировано и распределено равномерно.

Полученные изображения срезов эпителиальных кишечных клеток укладываются в представление о резорбирующих кишечных клетках. Их ультраструктура является морфологическим отражением совершаю-



щихся в них интенсивных процессов обмена между организмом и внешней средой. В наибольшей степени это относится к системе цитоплазматических канальцев, мощно развитой и многочисленными выходами сообщаемой с базальной мембраной. Большое число митохондрий свидетельствует об активности протекающих здесь окислительно-восстановительных процессов. Вероятно, деятельность резорбирующей клетки связана с повышенными энергетическими потребностями.

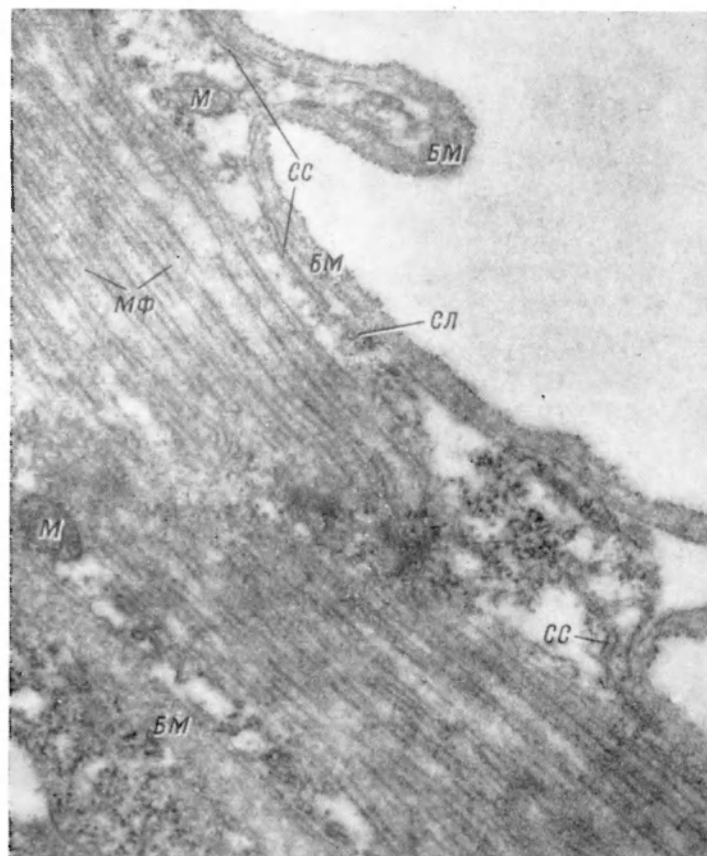


Рис. 3. Срез стенки кишечника в.ш. Мышечная клетка.

СС — саркоплазматический ретикулум; МФ — миофиламенты; СЛ — сарколемма. Остальные обозначения те же, что и на рис. 1. Ув. 52 000 ×.

Кроме описанных клеток, в кишечном эпителии в.ш. наблюдались также клетки, цитоплазма которых отличалась весьма слабым развитием мембран эндоплазматической сети и обилием свободных рибосом. Поскольку из литературы известно, что такая организация свойственна малодифференцированным растущим клеткам, возможно, что в данном случае — это резервные, камбиальные клетки кишечника.

Мы не наблюдали клеток, которые можно было бы расценивать как секреторные. Пытаясь объяснить это, следует учесть, что, как указывает Шванвич (1949), клетки кишечника многих насекомых выполняют функции всасывания и секреции попеременно, причем секреция начинается только с поступлением пищи в кишечник. Так как нами исследовались в.ш. после 24-часового голодания, допустимо, что большинство клеток функционировало как резорбтивные.

Сравнивая полученные данные об ультраструктуре эпителия кишечника в.ш. с литературными данными об ультраструктуре кишечных клеток других организмов, в частности позвоночных, можно подтвердить

высказывание Портера (1963) о том, что у организмов различных видов клетки, выполняющие сходную функцию, обнаруживают значительное сходство ультраструктуры.

Базальная мембрана кишечника вши, прилегающая к кишечному эпителию со стороны полости тела, — это интенсивно развитая структура

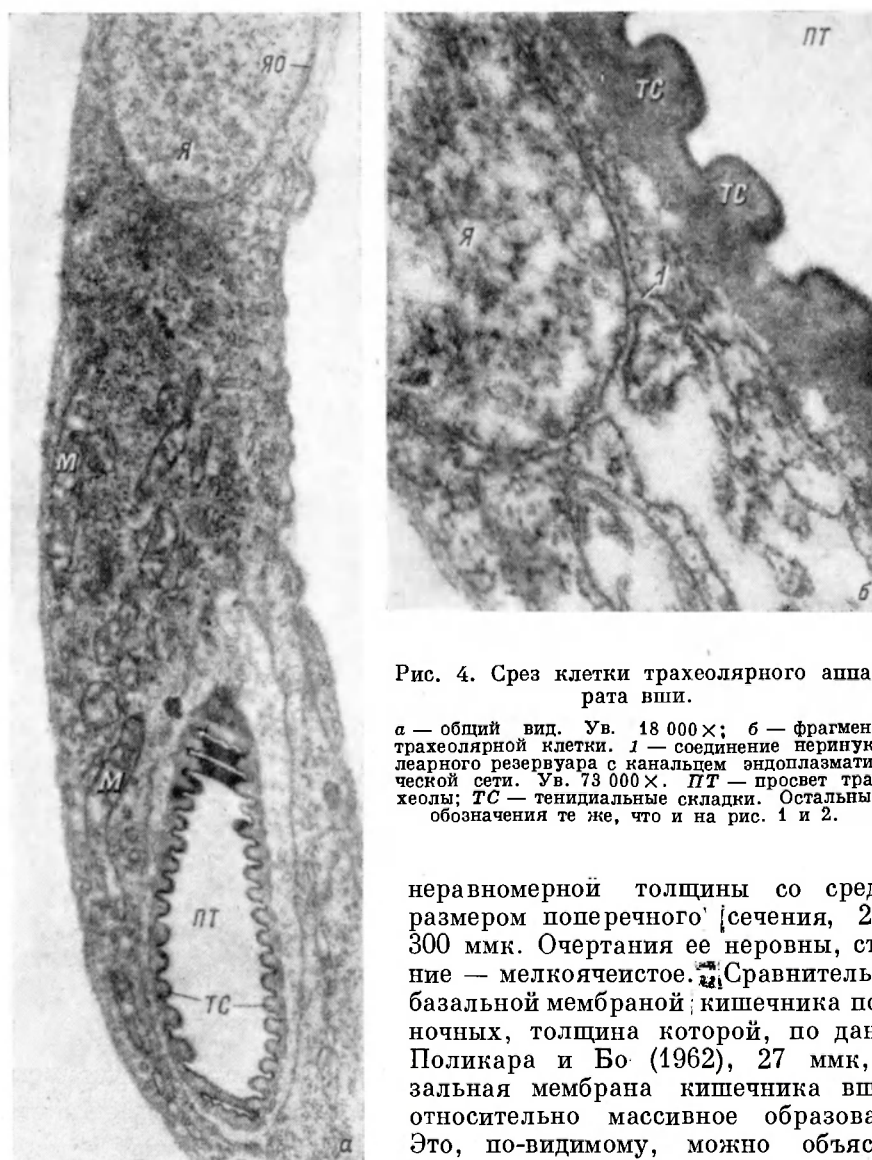


Рис. 4. Срез клетки трахеоларного аппарата вши.

а — общий вид. Ув. 18 000×; б — фрагмент трахеоларной клетки. 1 — соединение перинуклеарного резервуара с каналцем эндоплазматической сети. Ув. 73 000×. ПТ — просвет трахеолы; ТС — тенидиальные складки. Остальные обозначения те же, что и на рис. 1 и 2.

неравномерной толщины со средним размером поперечного сечения, 200—300 мкм. Очертания ее неровны, строение — мелкоячеистое. Сравнительно с базальной мембраной кишечника позвоночных, толщина которой, по данным Поликара и Бо (1962), 27 мкм, базальная мембрана кишечника вши — относительно массивное образование. Это, по-видимому, можно объяснить тем, что помимо выполнения функции переноса метаболитов, функции, под-

держивающей и разграничительной, базальная мембрана здесь участвует также в моторной деятельности кишечника, так как содержит в своей толще мышечные клетки.

Мускулатуре пищеварительного аппарата членистоногих в отличие от мышц кишечника позвоночных свойственна поперечная исчерченность (Кузнецов, 1948). Кишечник вши в этом смысле не составляет исключения. Как показало гистологическое изучение (Kędzia, 1962), в стенку кишечника вши вплетены поперечнополосатые мышечные волокна. По нашим электронномикроскопическим наблюдениям, мышечные клетки располагаются внутри базальной мембраны, как бы расщепляя ее на два листка. На срезах мышечных волокон (рис. 3) выявляется сарколема,

толщиной в 100—200 А. В саркоплазме наблюдаются значительной протяженности каналцы саркоплазматического ретикулума и свободно расположенные рибосомы. На продольных срезах миофибрилл видны миофиламенты типа «толстых», 130—150 А в поперечнике. Через промежутки в 1.2—1.5 мк миофиламенты как бы спутываются и образуют завихренные

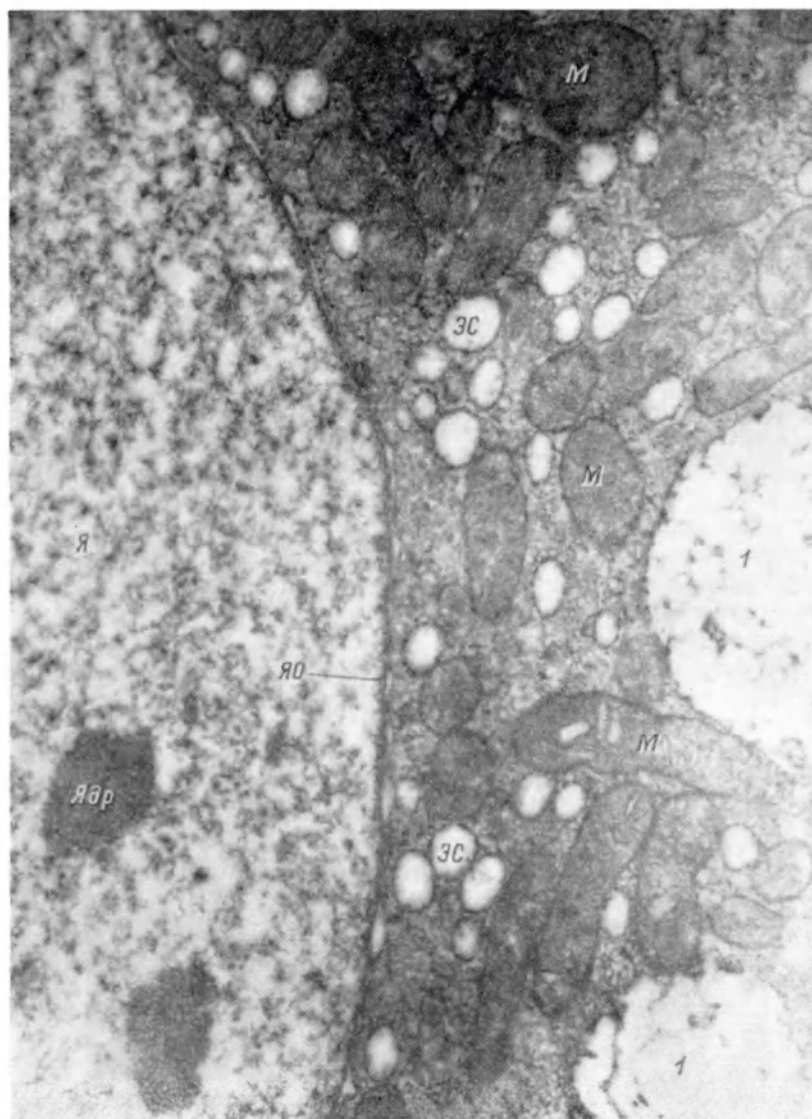


Рис. 5. Фрагмент эпителиальной клетки мальпигиева сосуда.

1 — внутрицитоплазматические включения. Ядр — ядрышко. Остальные обозначения те же, что и на предыдущих рисунках. Ув. 44 000×.

участки, пересекающие всю ширину миофибриллы. На уровне этих участков, являющихся, очевидно, элементами поперечной исчерченности, в саркоплазме располагаются одиночные митохондрии. Судя по складкам базальной мембраны, можно думать, что представленное на рис. 3 мышечное волокно зафиксировано в состоянии сокращения.

При изучении препаратов кишечника вши нам встречались клетки весьма характерного вида, располагающиеся изолированно вблизи базальной мембраны кишечника. Это, как правило, вытянутые клетки, в цитоплазме которых наблюдаются обширные оптически пустые полости



(рис. 4), больший диаметр которых достигает 3—4 мк. Стенки полостей складчаты. Складки на срезах представляются уплощенными зубцами относительно одинаковых размеров, расположенных с правильной периодичностью.

Сопоставляя полученные изображения с данными Deutsch a. Clayton (1956) и Locke (1957) об ультраструктуре органов некоторых насекомых, мы получили основание интерпретировать описанные клетки как элементы трахеоларного аппарата вши, а их складчатые полости — как срезы внутриклеточных трахеол, пронизывающих все органы насекомых. Складки (тенидии) играют роль эластических колец, функционально подобных хрящевым кольцам трахеи и бронхов позвоночных и препятствующих спаданию стенок полости.

Нами исследовались также срезы мальпигиевых сосудов — экскреторного органа, сообщающегося с кишечником. Были получены снимки с клеток одного типа (рис. 5). Для цитоплазмы этих клеток характерно наличие крупных округлых тел диаметром до 1.0—1.5 мк, отграниченных от основного вещества цитоплазмы мембраной. В этих образованиях на фоне электроннопрозрачного вещества наблюдаются скопления электронноплотных гранулярных структур. Обращает на себя внимание многочисленность митохондрий, а также фрагментарность эндоплазматического ретикулума, представленного округлыми везикулами с рибосомами на поверхности.

Сравнивая изображения этих клеток с данными Smith a. Littau (1960), полученными при обстоятельном изучении мальпигиевых сосудов насекомого *Macrosteles falcifrons*, мы пришли к выводу, что наши наблюдения касаются клеток, содержащих так называемые брохосомы, твердый компонент экскретируемого этим органом материала. Выявляющиеся в цитоплазме этих клеток округлые гетерогенные тела являются, по-видимому, местом его расположения. Возможно, что плотный компонент является плохо растворяющейся в воде мочевой кислотой — конечным продуктом обмена азотистых веществ у насекомого.

#### Л и т е р а т у р а

- Кузнецов Н. Я. 1948. Основы физиологии насекомых. М.—Л.: 57—112.
- Поликар А. И. и Бо Ш. 1962. Субмикроскопические структуры клеток и тканей в норме и патологии. Медгиз, М.: 303—310.
- Портер К. 1963. Основное вещество цитоплазмы по данным электронной микроскопии. В кн.: Функциональная морфология клетки. ИЛ., М.: 86—112.
- Шванвич Б. Н. 1949. Курс общей энтомологии. М.—Л.: 475—529.
- Шестопалова Н. М., Авакян А. А. и Рейнгольд В. Н. 1961. Сравнительное электронномикроскопическое изучение строения 12-перстной кишки млекопитающих и тритона. Цитология, 3 (2): 125—136.
- Dalton A. 1951. Electron micrography of epithelial cells of the gastro-intestinal tract and pancreas. Amer. j. Anat., 89 (1): 109—133.
- Deutsch K. a. Clayton B. 1956. Tracheae of *Acheta domesticus* Linn., 178 (4546): 1354—1355.
- Eichholz A. a. Crane R. 1965. Studies on the organization of the brush border in intestinal epithelial cells. I. Tris-disruption of isolated hamster brush borders and density gradient separation of fractions. J. Cell Biol., 26 (3): 687—691.
- Kedzia H. 1962. Badania histologiczne i histochemiczne przewodu pokarmowego wszy (*Pediculus humanus*). Folia morph., 21 (4): 485—496.
- Locke M. 1957. The structure of insect tracheae. Quart. j. Micr. Sci., 98 (4): 487—492.
- Millonig G. 1961. A modified procedure for lead staining of thin sections. J. Biophys., Biochem., Cytol., 11 (3): 736—739.
- Palay S. a. Karlin L. 1959. An electron microscopic study of the intestinal villus. J. Biophys., Biochem., Cytol., 5 (3): 363—384.
- Phelps P. a. Rubin C. 1962. Electron microscopic technique for studying fat absorption in man. Gastroenterology, 42: 765—769.
- Smith D. a. Littau V. 1960. Cellular specialisation in the excretory epithelia of an insect *Macrosteles falcifrons* (Homoptera). J. Biophys., Biochem., Cytol., 8 (4): 103—121.



SUBMICROSCOPIC STRUCTURE  
OF SOME ORGANS OF THE BODY LOUSE

L. Ja. Shkolnik

S U M M A R Y

Ultrafine sections of the midgut wall of the body louse were found to contain epithelial cells regarded by the author as resorbative ones. Their ultrastructure was described. The cells of the tracheolar apparatus are characterized by innercytoplasmatic stripes with plicate walls. Cytoplasm of the epithelium of the malpighian tubes contains rounded bodies with heterogenous content represented, apparently, by the elements of excreta.

---